

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : C23C 14/06, 14/02, 28/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/55929 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. November 1999 (04.11.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH99/00172 (22) Internationales Anmeldedatum: 27. April 1999 (27.04.99) (30) Prioritätsdaten: 966/98 29. April 1998 (29.04.98) CH (71) Anmelder: BALZERS HOCHVAKUUM AG [CH/CH]; CH-9477 Trübbach (CH). (72) Erfinder: DERFLINGER, Volker; Altenburggasse 19, A-6800 Feldkirch (AT). BRAENDLE, Hans; Schlossstrasse 14, CH-7320 Sargans (CH). WOHLRAB, Christian; Wein- berggasse 31A, A-6800 Feldkirch (AT). (74) Anwalt: TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG; Siew- erdstrasse 95, Postfach, CH-8050 Zürich (CH).		(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, JP, KR, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: TOOL OR MACHINE COMPONENT AND METHOD FOR INCREASING THE RESISTANCE TO WEAR OF SAID COMPONENT

(54) Bezeichnung: WERKZEUG ODER MASCHINENBAUTEIL UND VERFAHREN ZUR VERSCHLEISSFESTIGKEIT-SERHÖHUNG EINES SOLCHEN TEILES

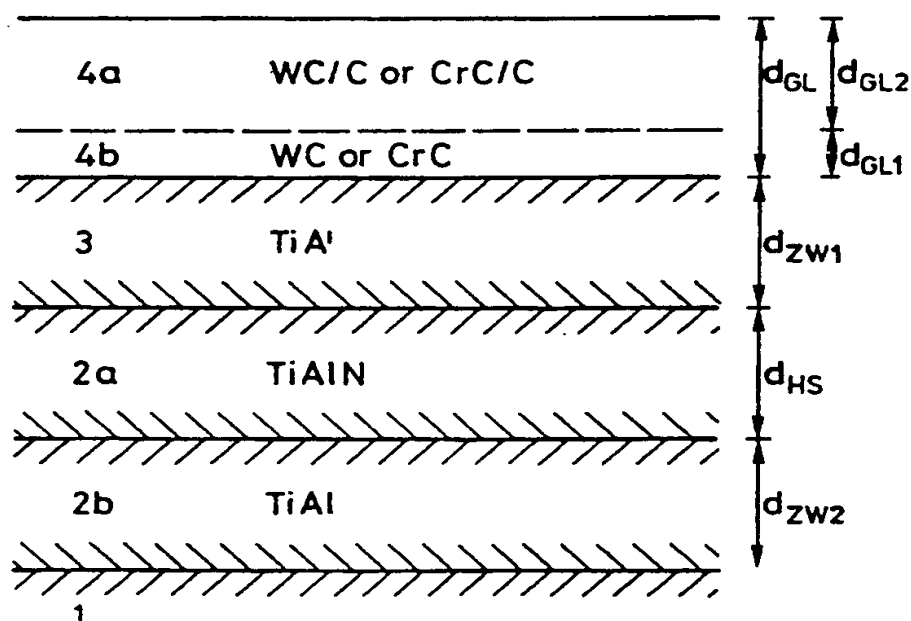
(57) Abstract

The invention relates to a layered system especially designed for tools or machine components that are operated in conditions of insufficient lubrication or dry-running. The inventive system initially consists of a base body (1) and a hard material layer system (2), supplemented by a metal layer (3) and finally a sliding layer system (4) whereby that latter is preferably made of carbide, especially tungsten carbide or chrome carbide and dispersed carbon.

(57) Zusammenfassung

Es wird ein Schichtsystem, insbesondere für unter Mangelschmierung oder im Trockenlauf betriebene Werkzeuge oder Maschinenbauteile, vorgeschlagen, welches, ausgehend vom Grundkörper

(1), ein Hartstoffschichtsystem (2), anschliessend eine metallische Schicht (3) und schliesslich ein Gleitschichtsystem (4) aufweist, letzteres bevorzugt aus einem Karbid, insbesondere Wolframkarbid oder Chromkarbid und dispersem Kohlenstoff.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshen	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PI	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

WERKZEUG ODER MASCHINENBAUTEIL UND VERFAHREN ZUR VERSCHLEISSFESTIGKEIT-SERHÖHUNG EINES SOLCHEN TEILES

Die vorliegende Erfindung geht vom Bedürfnis aus, Werkzeuge,
5 und dabei insbesondere Schneidwerkzeuge oder Umformwerkzeuge,
mit einem Grundkörper aus Metall, dabei insbesondere aus HSS
oder Werkzeugstahl oder aber aus einem Hartmetall, so zu be-
schichten, dass sie für den Trockenbearbeitungseinsatz bzw. für
den Einsatz unter Minimalmengenschmierung (Mangelschmierung)
10 etc. besonders gut geeignet sind.

Aus der erfindungsgemässen Lösung dieser Aufgabe ergibt sich
eine Schutzbeschichtungstechnik, welche auch für weitere Werk-
zeuge und Maschinenbauteile besonders gut geeignet ist, wenn
sie mit geringer oder keiner Schmierung eingesetzt werden
15 und/oder unter hoher Flächenbelastung.

Unter ökologischen wie auch unter ökonomischen Gesichtspunkten
ist der Betrieb sowohl von Werkzeugen, insbesondere von
Schneidwerkzeugen und Umformwerkzeugen, unter Einsatz von Mini-
mal-Schmiermittelmengen höchst interessant. Unter ökonomischen
20 Aspekten ist zu berücksichtigen, dass die Kosten für kühlendes
Schmiermittel insbesondere bei Schneidwerkzeugen um etliches
höher liegen als für das Werkzeug selber. Mittels kühlender
Schmiermittel am Werkzeug/Werkstück-Kontaktbereich werden Späne
ausgespült sowie Wärme abgeführt, im weiteren wird ein reini-
25 gungs- und korrosionsvorbeugender Effekt erzielt.

Es besteht ein zunehmend ausgeprägtes Bedürfnis, vom Einsatz
konventioneller Mengen kühlender Schmiermittel abzurücken, wie
beispielsweise von 300 bis 4'000 l/h bei spanendem Werkzeugein-
satz, und die notwendigen Schmiermittelmengen drastisch, so

z.B. auf lediglich 6 bis 70 ml/h, für gleiche Einsätze, zu reduzieren.

Dies stellt eine höchst anspruchsvolle Aufgabe, einerseits an die Formgebung der eingesetzten Werkzeuge, andererseits an die Oberflächenbehandlung solcher Werkzeuge und Maschinenbauteile. Die vorliegende Erfindung zielt auf das letzterwähnte Problem.

Im Kontext mit der erwähnten Problematik wird die obgenannte Aufgabe dadurch gelöst, dass ein Werkzeug oder Maschinenbauteil der im Oberbegriff von Anspruch 1 genannten Art vorgeschlagen wird, bei welchem, erfindungsgemäss und dem Kennzeichen von Anspruch 1 folgend, das Hartstoffschichtsystem mindestens eine Hartstoffschicht aus einem Material aus der Gruppe Nitride, Karbide, Oxide, Karbonitride, Oxinitride, Oxikarbonitride mindestens eines Metalles umfasst und unmittelbar zwischen der erwähnten, mindestens einer Hartstoffschicht und, in Richtung vom Grundkörperinnen gegen aussen fortschreitend vor dem Gleitschichtsystem, eine Zwischenschicht eingebaut ist aus demselben, mindestens einem Metall, welches auch die mindestens eine Hartstoffschicht des Hartstoffschichtsystems umfasst.

Aus der US 5 707 748 derselben Anmelderin wie vorliegende Anmeldung ist es bekannt, auf einem Werkzeuggrundkörper ein Hartstoffschichtsystem abzulegen, direkt gefolgt von einem Gleitschutzschichtsystem. Als Hartstoffschichtsystem-Materialien werden Metallkarbide, -nitride, -karbonitride oder Kombinationen davon vorgeschlagen, als Gleitschutzschichtsystem-Materialien Kohlenstoff-basierte Materialien, wie insbesondere Wolframkarbid mit dispersem Kohlenstoff, WC/C.

Dabei wird die bekannte Beschichtung vorgesehen, um die Standzeiten von Schneidwerkzeugen grundsätzlich zu erhöhen.

Die vorliegende Erfindung geht nun von der Erkenntnis aus, dass diese vorbekannte Beschichtungstechnik dann geeignet ist, den extremen, der zu lösenden Aufgabe zugrundeliegenden Anforderungen an Werkzeuge oder Maschinenbauteile, insbesondere auch an Schneidewerkzeuge, zu genügen, wenn das vorbekannte Gesamtschichtsystem wie erfindungsgemäss vorgeschlagen ausgebaut wird, insbesondere durch das erfindungsgemässe Vorsehen der metallischen Zwischenschicht.

Das erfindungsgemässe Werkzeug oder Maschinenbauteil nach Anspruch 1 bzw. das erfindungsgemässe Verfahren nach Anspruch 18 und die erfindungsgemässe Anlage nach Anspruch 26 mit ihren jeweils bevorzugten Ausführungsformen gemäss den Ansprüchen 2 bis 17 bzw. 19 bis 24 werden nachfolgend beispielsweise anhand von Figuren erläutert, ebenso wie erfindungsgemäss erzielte Resultate an Bohrern. Es zeigen:

Fig. 1 rein qualitativ, ein erfindungsgemässes Schichtsystem auf einem Werkzeug- oder Maschinenbauteil-Grundkörper in Minimalkonfiguration,

Fig. 2 entlang der Dickenausdehnung erfindungsgemäss realisierte, bevorzugte Konzentrationsverläufe, in schematischer, qualitativer Darstellung,

Fig. 3 ausgehend von einer Darstellung gemäss Figur 1 eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Gesamtschichtsystems mit

Fig. 4 in Darstellung analog zu Fig. 2, bevorzugten Konzentrationsverläufen,

Fig. 5 ausgehend von den Darstellungen gemäss den Figuren 3 und 4, eine heute besonders bevorzugte Ausführungsvariante des erfindungsgemässen Gesamtschichtsystems,

Fig. 6 schematisch, in Längsschnittdarstellung, eine erfindungsgemässe Anlage in vereinfachter Darstellung,

Fig. 7 eine Gegenüberstellung von Bohrstandzeit-Resultaten mit erfindungsgemäss beschichteten Bohrern und Bohrern beschichtet nach dem Stande der Technik,

Fig. 8 eine Gegenüberstellung des Verlaufes des Spindeldrehmomentes bei Bohren mittels herkömmlicher (a) und mittels erfindungsgemässer (b) Beschichtung.

Grundkonfiguration

In Fig. 1 ist die Grund- oder Minimalkonfiguration des an einem erfindungsgemässen Werkzeug oder Maschinenbauteil vorgesehenen erfindungsgemässen Gesamtschichtsystems dargestellt. Dabei sei betont, dass die Darstellung bezüglich jeweiliger Dickendimensionierung nicht quantitativ zu verstehen ist, auch nicht bezüglich Dickenverhältnissen. Dies gilt auch für die Figuren 3 und 5.

Auf einem Grundkörper 1 aus einem Metall, dabei bevorzugt aus HSS oder einem Werkzeugstahl oder aber aus einem Hartmetall, ist ein Hartstoffschichtsystem 2 abgelegt, welches mindestens eine Hartstoffschicht 2a umfasst oder aus mindestens einer Hartstoffschicht 2a besteht, welche letztere aus einem Material der Gruppe Nitride, Carbide, Oxide, Karbonitride, Oxinitride, Oxikarbonitride mindestens eines Metalles gebildet ist.

Auf dem Hartstoffschichtsystem 2 ist eine metallische Zwischenschicht 3 abgelegt, welche aus demselben Metall besteht, wie das mindestens eine Metall in der erwähnten Hartstoffschicht 2a des Hartstoffschichtsystems 2. Dabei liegt bei mehrschichtigem Hartstoffschichtsystem 2 die erwähnte eine Hartstoffschicht 2a unmittelbar an der Zwischenschicht 3, wie dies gestrichelt in Fig. 1 dargestellt ist.

Über der Zwischenschicht 3 liegt ein Gleitschichtsystem 4. Dieses Gleitschichtsystem 4 umfasst wiederum mindestens eine Gleitschicht 4a oder wird durch eine Gleitschicht 4a gebildet, wobei im Falle eines mehrschichtigen Gleitschichtsystems, wie in Fig. 1 dargestellt, die eine nachfolgend betrachtete Gleitschicht 4a das Schichtsystem nach aussen abschliesst. Diese Gleitschicht 4a ist bevorzugt gebildet aus einem Karbid mindestens eines Metalles und dispersem Kohlenstoff, MeC/C.

Das für das Hartstoffschichtsystem 2 und insbesondere die erwähnte mindestens eine Schicht 2a eingesetzte Metall ist bevorzugt Titan, Hafnium, Zirkonium oder Aluminium, vorzugsweise zwei dieser Metalle, insbesondere bevorzugt TiAl. Das Gleitschichtsystem, und dabei insbesondere dessen mindestens eine Schicht 4a, ist bevorzugt aufgebaut aus einem Karbid mindestens eines Metalles der Gruppe IVb, Vb und/oder VIb und/oder von Silizium, dabei bevorzugt mit Wolframkarbid oder Chromkarbid, nebst dem mindestens in der erwähnten einen Gleitschicht 4a vorhandenen dispersen Kohlenstoff.

Bevorzugte Schichtstruktur

In Fig. 3 ist, ausgehend von einer Darstellung gemäss Fig. 1, eine bevorzugte, von der Minimalkonfiguration von Fig. 1 ausge-

hende Schichtstruktur dargestellt. Es sind für bereits beschriebene Schichtstrukturteile dieselben Bezugszeichen verwendet. Auf dem Grundkörper 1 und im Hartstoffschichtsystem 2 ist eine weitere metallische Zwischenschicht 2b vorgesehen. Bevorzugterweise besteht auch sie, wie bereits die eine Zwischenschicht 3 gemäss Fig. 1, aus demselben Metall, wie in der mindestens einen Hartstoffschicht 2a des Hartstoffschichtsystems 2 enthalten.

Bevorzugterweise ist zwischen der erwähnten, mindestens einen Schicht 4a des Gleitschichtsystemes 4 und der Zwischenschicht 3, am Gleitschichtsystem 4 eine Schicht 4b vorgesehen, welche im wesentlichen ausschliesslich aus dem Metallkarbid besteht. Disperser Kohlenstoff liegt in massgeblichem Umfange erst in der Schicht 4a vor. Das Gleitschichtsystem 4 weist bevorzugterweise eine etwas geringere Schichtdicke auf als das Hartstoffschichtsystem 2.

Schichtübergänge

Betrachtet an der Minimalkonfiguration gemäss Fig. 1, und wie schematisch in Fig. 2 dargestellt, kann die Konzentration K des oder der in der Hartstoffschicht 2 insbesondere in der mindestens einen Hartstoffschicht 2a vorgesehenen Metalles Me_{HS} durch das Hartstoffsystem und insbesondere durch die mindestens eine Schicht 2a konstant verlaufen, um dann zur Metallschicht 3 sprunghaft auf mindestens genähert 100 % anzusteigen (a). Es kann aber, durch Führung des Beschichtungsprozesses, und wie mit (b) dargestellt, ein abgestufter, bevorzugterweise im wesentlichen stetiger Übergang der Konzentration Me_{HS} vom Hartstoffsystem 2 zur Metallzwischenschicht 3 realisiert.

Im Gleitschichtsystem 4 kann die Metallkarbidkonzentration $Me_{GS}C$, wie bei (c) dargestellt, insbesondere in der mindestens einen vorgesehenen Gleitschicht 4a konstant verlaufen, oder die Konzentration bzw. der Gehalt an Metallkarbid kann bevorzugterweise gegen aussen, wie bei (d) schematisch dargestellt, in Schritten oder stetig abnehmen.

Bei der bevorzugten Ausführungsform gemäss Fig. 3, und wie in Analogie zu Fig. 2, in Fig. 4 dargestellt, kann der Gehalt des Metalles Me_{HS} in der weiteren Metallzwischenschicht 2b beim Übergang zum weiteren Hartstoffschichtsystem 2a im wesentlichen abrupt abfallen, um dann beim Übergang zur Metallzwischenschicht 3 wieder abrupt auf mindestens genähert 100 % anzusteigen. Andererseits kann, wie bei (b) von Fig. 4 dargestellt, am einen und/oder andern der erwähnten Übergänge eine abgestufte, vorzugsweise stetige Konzentrationsänderung von Me_{HS} realisiert werden.

Im Gleitschichtsystem 4 liegt bevorzugt in der Schicht 4b eine praktisch 100%ige $Me_{GS}C$ -Konzentration vor, welche aufgrund des hinzukommenden dispersen Kohlenstoffes, wie bei (d) von Fig. 4 dargestellt, abrupt oder abgestuft, dabei bevorzugt stetig gegen aussen abnimmt.

Heute bevorzugter Schichtaufbau

In Fig. 5 ist der heute bevorzugte Gesamtschichtaufbau in Darstellung analog zu den Fig. 1 und 3 dargestellt.

Falls vorgesehen, besteht die Zwischenschicht 2b gemäss Fig. 3 aus $TiAl$. Das weitere Hartstoffschichtsystem 2a oder, ohne Zwischenschicht 2b, das Hartstoffschichtsystem 2 an sich, besteht im wesentlichen aus $TiAlN$.

Die Zwischenschicht 3 besteht im wesentlichen wiederum aus Ti-Al.

Falls vorgesehen, besteht 4b gemäss Fig. 3 im wesentlichen aus Wolframkarbid oder Chromkarbid, das Gleitschichtsystem 4a aus
5 Wolframkarbid oder Chromkarbid und dispersem Kohlenstoff C.

Bevorzugte Dickendimensionierungen

- Hartstoffschichtsysteme:

Das Hartstoffschichtsystem 2, insbesondere in seiner bevorzugten Ausführungsform gemäss Fig. 5 aus TiAlN, weist eine
10 Dicke d_{HS} auf wie folgt:

$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{HS} \leq 6 \mu\text{m},$$

dabei bevorzugt

$$2 \mu\text{m} \leq d_{HS} \leq 5 \mu\text{m}.$$

- Metallzwischenschicht 3:

15 Die Metallzwischenschicht 3, insbesondere, wenn aus TiAl gemäss Fig. 5 bestehend, weist eine Dicke d_{ZW1} auf:

$$0,01 \mu\text{m} \leq d_{ZW1} \leq 1 \mu\text{m},$$

bevorzugt

$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{ZW1} \leq 0,5 \mu\text{m}.$$

20 • Gleitschichtsystem 4:

Das Gleitschichtsystem 4 weist insbesondere in bevorzugter Ausführungsform gemäss Fig. 5 eine Dicke d_G auf wie folgt:

- 9 -

$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{\text{GL}} \leq 6 \mu\text{m},$$

dabei bevorzugt

$$2 \mu\text{m} \leq d_{\text{GL}} \leq 3,5 \mu\text{m}.$$

Ist gemäss Fig. 3 bzw. 5 das Gleitschichtsystem in die im wesentlichen reine Karbidschicht 4b und das restliche Schichtsystem 4a mit dispersem Kohlenstoff unterteilt, so werden die zugeordneten Dicken d_{GL1} und d_{GL2} bevorzugt wie folgt gewählt:

$$0,01 \mu\text{m} \leq d_{\text{GL1}} \leq 1 \mu\text{m},$$

bevorzugt

10 $0,1 \mu\text{m} \leq d_{\text{GL1}} \leq 0,5 \mu\text{m}$

bzw.

$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{\text{GL2}} \leq 5 \mu\text{m},$$

bevorzugt

$$2 \mu\text{m} \leq d_{\text{GL2}} \leq 3 \mu\text{m}.$$

15 • Zwischenschicht 2b:

Falls vorgesehen, wird die weitere Metallzwischenschicht 2b mit einer Dicke d_{ZW2} wie folgt dimensioniert:

$$0,01 \mu\text{m} \leq d_{\text{ZW2}} \leq 1 \mu\text{m},$$

dabei bevorzugt

20 $0,1 \mu\text{m} \leq d_{\text{ZW2}} \leq 0,5 \mu\text{m}.$

Beschichtungsverfahren

• Hartstoffsystem

Das Hartstoffschichtsystem mit der wie erwähnt mindestens einen
5 Hartstoffschicht, bevorzugt aus TiAlN , kann durch reaktives
Sputtern, dabei bevorzugt reaktives Magnetronsputtern oder
durch reaktives kathodisches Funkenverdampfen abgelegt werden.
Bevorzugt wird es durch reaktives kathodisches Funkenverdampfen
abgelegt. Dadurch entstehen dichte ionenplattierte Strukturen,
10 porenfrei und mit gleichmässigen Übergängen zu den anschlie-
ssenden Schichtsystemen bzw. zum Grundkörpermaterial.

• Zwischenschicht 3

Die Zwischenschicht 3, aus demselben Metall, wie im Hart-
stoffsystem 2 mit der mindestens einen Schicht 2a enthalten,
15 gemäss Fig. 5 vorzugsweise aus TiAl , wird bevorzugterweise
dadurch abgelegt, dass dasselbe Beschichtungsverfahren, wie
für das Hartstoffschichtsystem 2 eingesetzt, nichtreaktiv
weitergeführt wird. Ein gestufter, vorzugsweise stetiger
Übergang zwischen Hartstoffschichtsystem und Zwischenschicht
20 3, wie in Fig. 2 bei (b) schematisiert, erfolgt durch gezielt
gesteuerte Reduktion des Reaktivgasflusses, bei der Ausfüh-
rungsvariante gemäss Fig. 5 des Flusses stickstoffenthalten-
den Gases, bis hin zum nichtreaktiven Metall Sputtern, jedoch
bevorzugt zum nichtreaktiven metallischen Funkenverdampfen.

25 • Gleitschichtsystem 4

Das Gleitschichtsystem wird durch kathodisches Funkenverdamp-
fen oder, bevorzugt, durch Sputtern eines Targets, insbeson-

dere Magnetronsputtern eines Targets, realisiert, unmittelbar oder, für die Ausführungsform gemäss Fig. 5 zeitgestaffelt, in einer Kohlenstoff-enthaltenden Atmosphäre, wie in einer Atmosphäre mit C_2H_2 , C_2H_4 , etc. Bevorzugt werden Karbidtargets verwendet.

Gegenüber dem ebenfalls möglichen reaktiv Sputtern metallischer Targets hat das Sputtern von Karbidtargets den Vorteil, einen insgesamt höheren C-Gehalt in der abgelegten Schicht zu bewirken. Es entsteht eine Matrix amorphen Kohlenstoffes mit nanokristallinen Karbidkörnern. Dadurch dass die Werkstücke zyklisch mehr und weniger der mindestens einen Karbidquelle, insbesondere der mindestens einen Karbidsputterquelle, ausgesetzt werden, entsteht, höchst vorteilhaft für ein Gleitschichtsystem, eine Laminar-Mikrostruktur von Lagen mit wechselndem Anteil dispersen Kohlenstoffes zu Karbidanteilen. Abgestufte Übergänge, wie in den Fig. 2 und 4 jeweils bei (d) schematisiert, werden durch gezielte Steuerung des Kohlenstoffanteiles in der Sputteratmosphäre im Verhältnis zur gesputterten Materialmenge realisiert.

• Vorbehandlung der Grundkörper-Oberfläche

Es wird angeraten, die Grundkörper-Oberfläche vor der Beschichtung plazmazuätzen, insbesondere mittels einer Niederspannungsentladung. In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Grössen der massgeblichen Prozessparameter für die erfindungsgemässe Beschichtung gemäss Fig. 5 und mit einer Anlage gemäss Fig. 6 zusammengestellt.

	TiAl	TiAlN	TiAl	WC	WC/C
P_{TW} [kW]	6	6	6	-	-
P_{WC} [kW]	-	-	-	4	4
p_{N_2} [mbar]	-	$0.5 - 5 \times 10^{-2}$	-	-	-
p_A [mbar]	$0.5 - 5 \times 10^{-2}$	-	$0.5 - 5 \times 10^{-2}$	$0.5 - 5 \times 10^{-2}$	$0.5 - 5 \times 10^{-2}$
$p_{C_{2H_2}}$ [mbar]	-	-	-	-	$0 - 3 \times 10^{-2}$
$U_{substr.}$ [-V]	20 - 200	20 - 200	20 - 200	1 - 200	$0 - 10^{(*)}$

Temperaturbereich: $T = 200 - 500^\circ\text{C}$

(*) auch positiv möglich

Anlagenkonfiguration

In Fig. 6 ist schematisch eine erfindungsgemässe Anlage zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens vereinfacht dargestellt. Sie entspricht weitestgehend der in der WO97/34315 derselben Anmelderin beschriebenen Anlagenkonzeption, die zum integrierten Bestandteil vorliegender Beschreibung erklärt wird. Sie umfasst einen Vakuumrezipienten 10 mit einer Mehrzahl entlang ihrer Wandung vorgesehener, vorzugsweise runder Öffnungen 12. Weiter ist ein Satz mehrerer Funkenverdampfungsquellen 14 und Sputterquellen 15, vorzugsweise Magnetronquellen, vorgesehen. Alle vorgesehenen Quellen des Satzes und die Öffnungen 12 am Vakuumrezipienten 10 sind bezüglich dem Anbringen dieser Quellen an die Öffnungen 12 identisch ausgebildet, so dass frei gewählt werden kann, welche Quellen an welche Öffnungen des Rezipienten angebracht werden sollen. Bevorzugterweise sind Schnellverschlüsse, wie bei 16 schematisch dargestellt, vorgesehen, beispielsweise Bajonettverschlüsse, womit, gleichgültig welche, Sputter- oder Funkenverdampferquellen beliebig frei am Rezipienten rasch aufgesetzt werden können. In der bevorzugten

Konfiguration gemäss Fig. 6 liegen sich mindestens eine Reihe von Sputterquellen 15 und mindestens eine Reihe von Funkenverdampferquellen 14 gegenüber. Im Rezipienten 10 ist eine Werkstückträgeranordnung 18 vorgesehen, womit, wie schematisch dargestellt, Werkstücke 20 um die Zentralachse Z des Rezipienten - ω_z - und somit an den unterschiedlichen Quellen 14, 15 vorbeibewegt werden. Die Werkstücke 20 sind an Aufnahmebäumen 22 positioniert, welche ihrerseits bevorzugterweise, und wie mit ω_{z_2} dargestellt, in Drehbewegung versetzt werden, während die Werkstücke 20 selbst ggf., und wie mit ω_{z_0} dargestellt, um ihre jeweilige Achse in Rotation versetzt werden. In den Rezipienten 10 werden, gesteuert durch eine Gasflusssteuereinheit 26, die benötigten Gase, wie insbesondere Stickstoff-enthaltendes Gas und Kohlenstoff-enthaltendes Gas, je nach Prozessphase gesteuert eingelassen. Gestrichelt ist bei 28 die Heisskathode einer Niederspannungsentladungsstrecke dargestellt, mit Gaseinlass 30, bevorzugterweise für Argon. Die Niederspannungsentladungskammer 32 steht mit dem Behandlungsrezipienten über die schematisch dargestellte Schlitzöffnung 34 in Verbindung. Mit dieser Niederspannungsentladungsanordnung werden die Werkstücke 20, vor Beschichtung, durch die Öffnung 34 geätzt. Die Werkstücke 20 werden, wie schematisch bei 36 dargestellt, mittels einer elektrischen Generatoreinheit auf das jeweils geforderte elektrische Potential gelegt.

Es ist ersichtlich, dass gemäss dem bevorzugten Verfahren für das Ablegen des Hartstoffschichtsystems erst ausschliesslich die Funkenverdampferquellen 14 reaktiv, bevorzugt unter Einlass stickstoffhaltigen Reaktivgases, betrieben werden, für das Ablegen der metallischen Zwischenschichten der Reaktivgasfluss mit der Einheit 26 abrupt gestuft oder stetig zurückgefahren

wird, und dass für das Ablegen des Gleitschichtsystems die Sputterquellen 15 bevorzugt mit karbidischen Targets in Betrieb gesetzt werden, unter Einlass von kohlenstoffhaltigem Gas, gesteuert mit der Einheit 26. Die Schichtübergänge werden nach Wunsch durch entsprechende Veränderung der Gasflüsse und/oder der Verdampfer- bzw. Sputterleistungen realisiert. Beim Ablegen des Gleitschichtsystemes, bei welchem die Funkenverdampfungsquellen 14 stillgesetzt sind, ergeben sich, wie bereits erwähnt wurde, zyklisch Phasen, während welchen die Werkstücke 20 vermehrt den Sputterquellen 15 ausgesetzt sind (linke Position der Werkstücke) und dann von diesen Quellen wieder mehr beabstandet sind, dabei weiterhin dem Einfluss des Kohlenstoffgases ausgesetzt sind. Dadurch ergibt sich die erwähnte bevorzugte Laminarstruktur am Gleitschichtsystem.

15 Resultate

Insbesondere durch die kombinierte Beschichtung durch Sputtern und Funkenverdampfen ergibt sich bei Realisation der erfindungsgemässen Schichtstruktur eine dichte, harte Beschichtung mit ausgezeichnetem Gleit- und Haftverhalten.

20 In Fig. 7 sind Bohrresultate dargestellt. 6 mm-HSS-Bohrer wurden getestet an X210Cr12-Material mit einer jeweiligen Bohrtiefe von 15 mm. Bohrparameter waren:

Vorschub $v_c = 20 \text{ m/min}$

$f = 0,12 \text{ mm.}$

25 Es wurde lediglich Druckluft bei 1 bar eingesetzt. Es muss betont werden, dass die eingesetzten Bohrer nicht für eine Trockenbearbeitung, wie vorgenommen, geformt waren, sondern, dass es ausschliesslich darum ging, das Verhalten der verschiedenen

Beschichtungssysteme zu vergleichen. Auf der Vertikalachse von Fig. 7 ist die jeweils mit den Bohrern erreichte Gesamtllochzahl, die der Standzeit entspricht, aufgetragen.

Es ist ersichtlich, dass mit den erfindungsgemäss beschichteten Bohrern gemäss Balken A wesentlich bessere Resultate erzielt wurden als mit Bohrern gemäss Balken B, die lediglich mit einer TiAlN-Hartstoffbeschichtung versehen sind oder als mit Bohrern mit einer Hartstoffbeschichtung aus TiN und anschliessender Gleitschichtbeschichtung mit Wolframkarbid und dispersem Kohlenstoff - Balken C - oder entsprechend Balken E, als mit Bohrern mit der Hartstoffbeschichtung TiN. Die Beschichtung an den Bohrern gemäss Balken C entspricht im wesentlichen einer Beschichtung gemäss der US-A-5 707 748.

Daraus ist klar ersichtlich, dass die erfindungsgemäss beschichteten Werkzeuge bzw. Bohrer ausgezeichnete Trockenbearbeitungseigenschaften bezüglich Standzeiten aufweisen.

In Fig. 8 sind in Darstellung (a₁) und zugehörige Darstellung (a₂), in Relativgrössen, die Verläufe des Antriebsdrehmomentes der Bohrspindel aufgetragen, gemäss (a₁) für eine Vielzahl sich folgender Bohrungen, gemäss (a₂) bei Betrachtung einer einzelnen Bohrung. Die Verläufe (a) wurden an Bohrern gemessen mit einer TiAlN-Hartstoffbeschichtung. Die analog dargestellten Verläufe (b₁) und (b₂) wurden an erfindungsgemäss beschichteten Bohrern aufgenommen.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, vorerst bei Vergleich der Verläufe (a₂) und (b₂), dass ab einer gewissen Bohrtiefe das notwendige Drehmoment zur Aufrechterhaltung konstanter Drehzahlen, gemäss (a₂) an Bohrern mit vorbekannter Hartstoffbeschichtung, wesentlich zunimmt, was zu den Drehmomentspitzen gemäss

(a₁) führt, während an den erfindungsgemäss beschichteten Bohrern, wie insbesondere aus (b₁) ersichtlich, auch bei relativ grosser Bohrtiefe, keinerlei Zunahme des notwendigen Antriebsdrehmomentes zu beobachten ist. Dies zeigt die ausgezeichneten Gleiteigenschaften der erfindungsgemäss beschichteten Bohrer, was in Kombination mit den Resultaten gemäss Fig. 7, nämlich der Bohrerstandzeit, klar belegt, dass die erfindungsgemäss beschichteten Bohrer aufgrund ihrer ausgezeichneten Gleiteigenschaften und gleichzeitig der ausgezeichneten Standzeiten sich besonders gut für den Einsatz unter Trockenbearbeitungsbedingungen bzw. Mangelschmierungsbedingungen eignen. Druckluft wurde eingesetzt, um eine Beeinträchtigung der Bohrer durch gehärtete, deformierte Späne zu verhüten. Im weiteren muss darauf hingewiesen werden, dass beide Diagramme nach (a₁) und (b₁) nach dem jeweiligen Bohren von 80 Löchern aufgenommen sind.

Damit wird durch die vorliegende Erfindung ein Beschichtungssystem vorgeschlagen, welches nebst ausgezeichneten Verschleisseigenschaften ausgezeichnete Gleiteigenschaften und ausgezeichnete Hafteigenschaften aufweist. Es eignet sich, wie erwähnt wurde, insbesondere für Werkzeuge und Maschinenbauteile, bei Werkzeugen insbesondere für Schneidwerkzeuge und Umformungswerkzeuge, die unter Minimalschmierbedingungen oder gar im Trockenlauf betrieben werden.

Patentansprüche:

1. Werkzeug oder Maschinenbauteil, umfassend:

- einen Grundkörper (1) aus einem Metall oder aus Hartmetall;
- vom Grundkörperinnern gegen aussen fortschreitend (d), erst
5 einem Hartstoffschichtsystem (2), mindestens über einem Teil
der Grundkörper-Oberfläche, gefolgt von einem Gleitschichtsystem (4);

dadurch gekennzeichnet, dass

- 10 - das Hartstoffschichtsystem (2) mindestens eine Hartstoffschicht (2a) aus einem Material aus der Gruppe Nitride, Carbide, Oxide, Karbonitride, Oxinitride, Oxikarbonitride mindestens eines Metalles umfasst;
- 15 - unmittelbar zwischen der erwähnten, mindestens einen Hartstoffschicht (2a) und, in der erwähnten Richtung (d) fortschreitend, vor dem Gleitschichtsystem (4) eine Zwischenschicht (3) vorgesehen ist aus demselben, mindestens einen Metall, welches die mindestens eine Hartstoffschicht (2a) des Hartstoffschichtsystems (2) umfasst.

2. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach Anspruch 1, dadurch
20 gekennzeichnet, dass das Gleitschichtsystem (4) mindestens eine Gleitschicht (4a) umfasst, die aus einem Karbid mindestens eines Metalles mit dispersem Kohlenstoff, MeC/C, besteht.

3. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1
oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Hart-
25 stoffschicht (2a) mindestens eines der Metalle Titan, Hafnium, Zirkonium, Aluminium umfasst, vorzugsweise mindestens zwei die-

ser Metalle, insbesondere bevorzugt TiAl, wobei bevorzugterweise die erwähnte Hartstoffschicht aus TiAlN besteht.

4. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Schicht (4a) des Gleitschichtsystems, vorzugsweise eine Schicht, welche unmittelbar an der einen Zwischenschicht anliegt, ein Karbid mindestens eines Metalles der Gruppe IVb, Vb, VIb oder von Silizium umfasst, dabei bevorzugt Wolframkarbid oder Chromkarbid.

5. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Grundkörper-Oberfläche (1) und der mindestens einen Schicht (2a) des Hartstoffschichtsystems (2) eine weitere Zwischenschicht (2b), vorzugsweise aus einem Metall, vorgesehen ist, dabei bevorzugt aus demselben, mindestens einen Metall, welches auch die mindestens eine Schicht (2a) des Hartstoffschichtsystems (2) umfasst.

6. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Gehalt dispersen Kohlenstoffes im Gleitschichtsystems (4), und betrachtet vom Grundkörperinnern gegen aussen fortschreitend, variiert, sei dies in Stufen oder stetig, wobei vorzugsweise in der erwähnten Richtung zunehmend, vorzugsweise stetig zunehmend und weiter bevorzugt schliesslich entlang eines Dickenabschnittes im wesentlichen konstant bleibend.

7. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Hartstoffschichtsystem über eine Mischschicht mit, vom Grundkörper gegen aussen betrachtet, sprunghaft oder stetig zunehmendem Gehalt des mindestens einen Metalles in die eine Zwischenschicht (3) übergeht.

8. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Zwischenschicht (2b) über eine Mischschicht, mit vom Grundkörper gegen aussen betrachtet abnehmendem, vorzugsweise stetig abnehmendem Metallgehalt in die Hartstoffschicht (2a) übergeht.

9. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass, vom Grundkörperinnern nach aussen fortschreitend, das Gleitschutzschichtsystem grundkörperseitig (4b) im wesentlich erst aus dem Karbid besteht.

10. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Hartstoffschichtsystem eine Dicke d_{HS} aufweist, für die, insbesondere wenn das Hartstoffschichtsystem aus TiAlN besteht, gilt:

$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{HS} \leq 6 \mu\text{m},$$

15 vorzugsweise

$$2 \mu\text{m} \leq d_{HS} \leq 5 \mu\text{m}.$$

11. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die eine Zwischenschicht, insbesondere wenn aus TiAl bestehend, eine Dicke d_{zw1} aufweist, für die gilt:

$$0,01 \mu\text{m} \leq d_{zw1} \leq 1 \mu\text{m},$$

vorzugsweise

$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{zw1} \leq 0,5 \mu\text{m}.$$

12. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtsystem,

insbesondere wenn WC oder CrC umfassend, eine Dicke d_{GL} aufweist, für die gilt:

$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{GL} \leq 6 \mu\text{m},$$

dabei vorzugsweise

5
$$2 \mu\text{m} \leq d_{GL} \leq 3,5 \mu\text{m},$$

wobei bevorzugterweise eine erste Schicht eines Karbides, vorzugsweise aus WC oder aus CrC, eine Dicke d_{GL1} aufweist, für die gilt:

$$0,01 \mu\text{m} \leq d_{GL1} \leq 1 \mu\text{m},$$

10 vorzugsweise

$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{GL1} \leq 0,5 \mu\text{m}$$

und mindestens eine zweite Schicht, vorzugsweise aus dem Karbid und dem dispersen Kohlenstoff, eine Dicke d_{GL2} aufweist, für die gilt:

15
$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{GL2} \leq 5 \mu\text{m},$$

dabei bevorzugterweise

$$2 \mu\text{m} \leq d_{GL2} \leq 3 \mu\text{m}.$$

13. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Zwischen-
20 schicht, insbesondere wenn aus TiAl bestehend, eine Dicke d_{ZW} aufweist, für die gilt:

$$0,01 \mu\text{m} \leq d_{ZW} \leq 1 \mu\text{m},$$

dabei bevorzugt

$$0,1 \mu\text{m} \leq d_{\text{zw2}} \leq 0,5 \mu\text{m}.$$

14. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Metallgrundkörper aus
5 HSS oder aus Werkzeugstahl besteht.

15. Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, ausgebildet als Schneidewerkzeug oder Umformwerkzeug für den Einsatz unter Mangelschmierung bis hin zum Trockeneinsatz.

16. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1
10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil des Hartstoffschichtsystems (2) durch reaktives Funkenverdampfen erzeugt ist.

17. Werkzeug oder Maschinenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil des
15 Gleitschichtsystem durch reaktives Sputtern, vorzugsweise durch reaktives Magnetronsputtern abgelegt ist, und bevorzugt eine Laminarstruktur kohlenstoffreicherer und karbidreicherer Lagen aufweist.

18. Verfahren zur Erhöhung der Verschleissfestigkeit eines
20 Werkzeuges oder Maschinenbauteils mit einem Grundkörper aus einem Metall oder aus einem Hartmetall, gekennzeichnet durch

- Vakuumbeschichten mindestens eines Teils der Grundkörperoberfläche mit einem Hartstoffschichtsystem, welches mindestens eine Schicht aus einem Material aus der Gruppe Nitride, Karbide, Oxide, Karbonitride, Oxinitride, Oxikarbonitride minde-
25 stens eines Metalles umfasst;

- Vakuumbeschichten des Hartstoffschichtsystems mit einer metallischen Zwischenschicht aus demselben Metall wie es die mindestens eine Schicht des Hartstoffschichtsystems umfasst;
- Vakuumbeschichten der Zwischenschicht mit einem Gleitschichtsystem.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschutzschichtsystem als mindestens eine Schicht aus einem Karbid mindestens eines Metalles und dispersem Kohlenstoff gebildet wird.

20. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass man die mindestens eine Schicht des Hartstoffschichtsystems durch reaktives Sputtern, bevorzugt durch reaktives Magnetronsputtern, insbesondere bevorzugt durch reaktives Funkenverdampfen, ablegt, dabei weiter bevorzugt mindestens eines der Metalle Titan, Hafnium, Zirkonium, Aluminium eingesetzt wird, vorzugsweise mindestens zwei dieser Metalle, insbesondere bevorzugt TiAl und dabei als Reaktivgas bevorzugt ein Stickstoff-enthaltendes Gas eingesetzt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens eine Schicht des Gleitschichtsystems durch kathodisches Funkenverdampfen, bevorzugt durch reaktives Sputtern, dabei insbesondere bevorzugt durch reaktives Magnetronsputter ablegt und dabei bevorzugt ein Karbid mindestens eines Metalles der Gruppe IVb, Vb, VIb oder von Silizium aufgebracht wird, bevorzugt Wolframkarbid oder Chromkarbid, und das Karbid von einem Metalltarget oder bevorzugt von einem Karbidtarget in einer Kohlenstoff-enthaltenden Reaktivgasatmosphäre abgelegt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass man die metallische Zwischenschicht mit demselben Vakuumverfahren ablegt, wie die mindestens eine Hartstoffschicht des Hartstoffschichtsystems, unter Änderung des Verhältnisses gesputterten oder funkenverdampften Materials zu Reaktivgasanteil.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass man zwischen Grundkörperoberfläche und Hartstoffschichtsystem eine weitere metallische Zwischenschicht aufbringt, dabei bevorzugterweise aus dem mindestens einen Metall, welches auch die mindestens eine Hartstoffschicht umfasst und man weiter die weitere Zwischenschicht bevorzugterweise mittels desselben Vakuumablegeverfahrens wie die mindestens eine Hartstoffschicht ablegt, dabei das Verhältnis von durch Sputtern oder Funkenverdampfen freigesetzten Materials zu Reaktivgasanteil variiert.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass man als Vakuumbeschichtungsverfahren Sputtern und reaktives Sputtern und/oder Funkenverdampfen und reaktives Funkenverdampfen einsetzt und dabei das Hartstoffschichtsystem in die eine Zwischenschicht und ggf. die weitere Zwischenschicht in das Hartstoffschichtsystem durch Variation, vorzugsweise durch stetige Variation, des Verhältnisses abgesputterten oder funkenverdampften Materials zu Reaktivgasanteil überführt und weiter bevorzugterweise beim Ablegen des Gleitschichtsystems das Verhältnis abgesputterten Materials zu Kohlenstoffgas in der Zeit verringert und gegen Ende des Ablegens

des Gleitschutzsystems bevorzugterweise mindestens genähert konstant hält.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens einen Grundkörper innerhalb
5 einer Vakuumbehandlungskammer zyklisch an mindestens einer Sputterquelle und an mindestens einer Funkenverdampferquelle vorbeiführt und die Vakuumbeschichtungen durch Steuerung der zeitlichen Abfolge der Aktivierung von Sputterquelle und von
10 Funkenverdampferquelle vornimmt sowie durch Steuerung der Reaktivgas-Art sowie des Reaktivgasflusses in der bzw. in die Vakuumbehandlungskammer.

26. Vakuumbehandlungsanlage, insbesondere zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 14 bis 25, gekennzeichnet durch eine Vakuumbehandlungskammer (10) mit einer Mehrzahl vor-
15 zugsweise runder Öffnungen (12) zum Aufbringen von Beschichtungsquellen (14, 15) und durch mindestens einen Reaktivgaseinlass sowie einer Transporteinrichtung (18) mit Werkstückaufnahme zum Vorbeiführen mindestens eines Werkstückes (20) an den
Öffnungen (12), weiter durch einen Satz von Sputter- (15) und
20 Funkenverdampfungsquellen (14), welche, frei wählbar, an den erwähnten Öffnungen (12) montierbar, vorzugsweise mittels Schnellverschlüssen (16) montierbar sind.

1/6

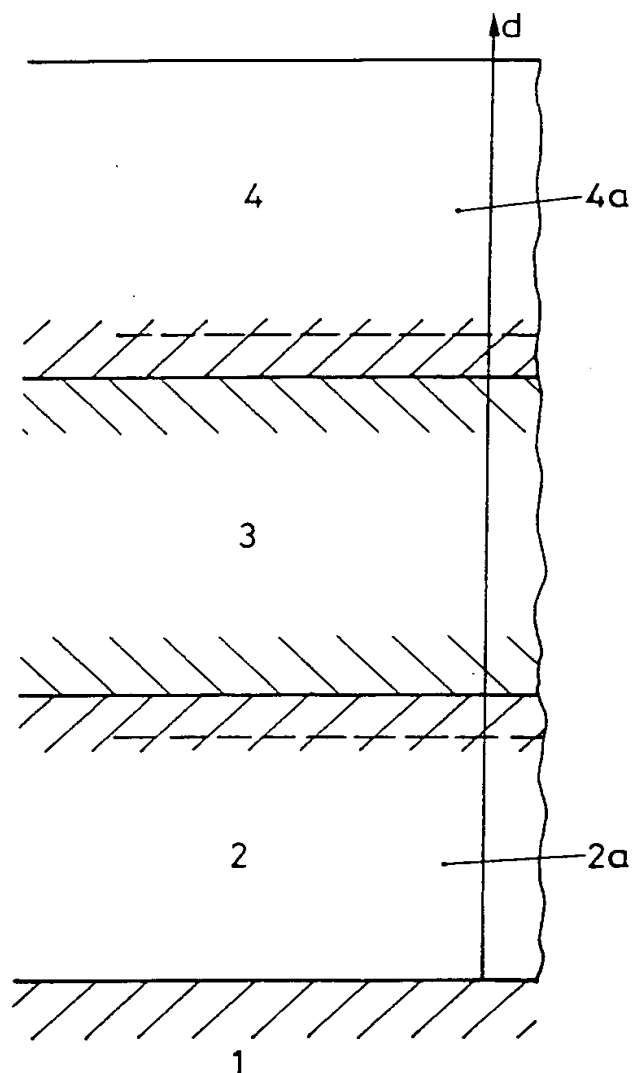


FIG. 1

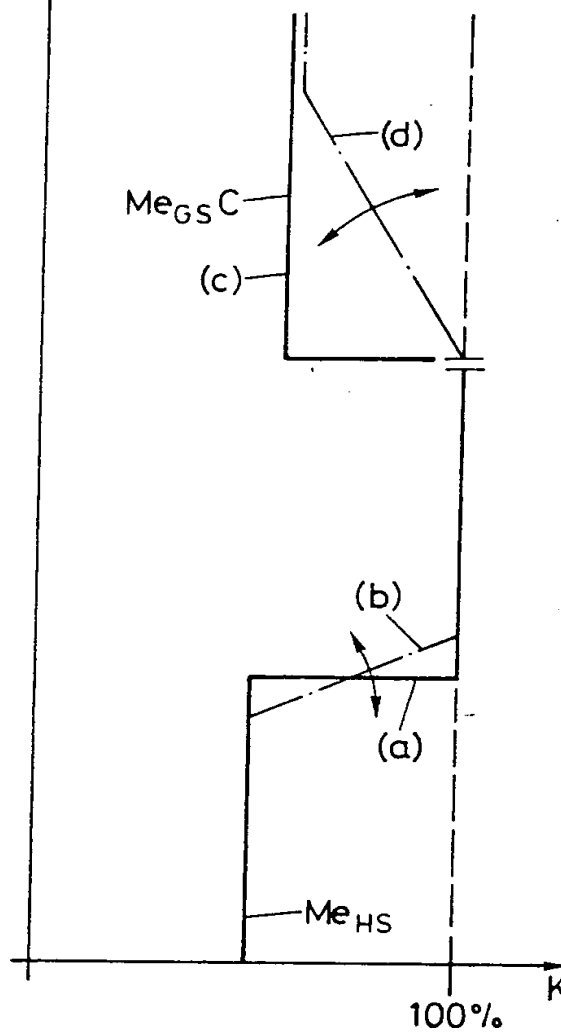


FIG. 2

2 / 6

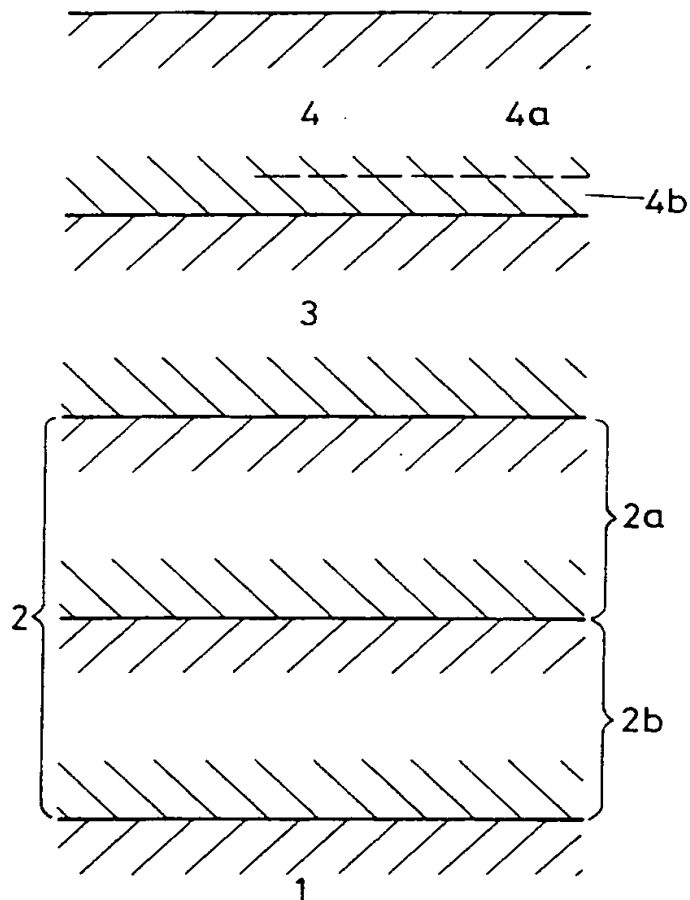


FIG. 3

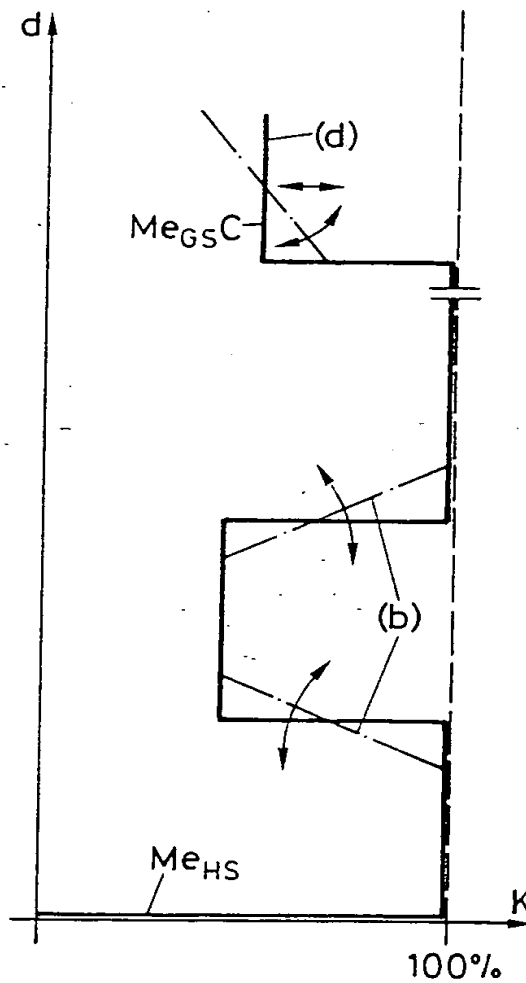


FIG. 4

3/6

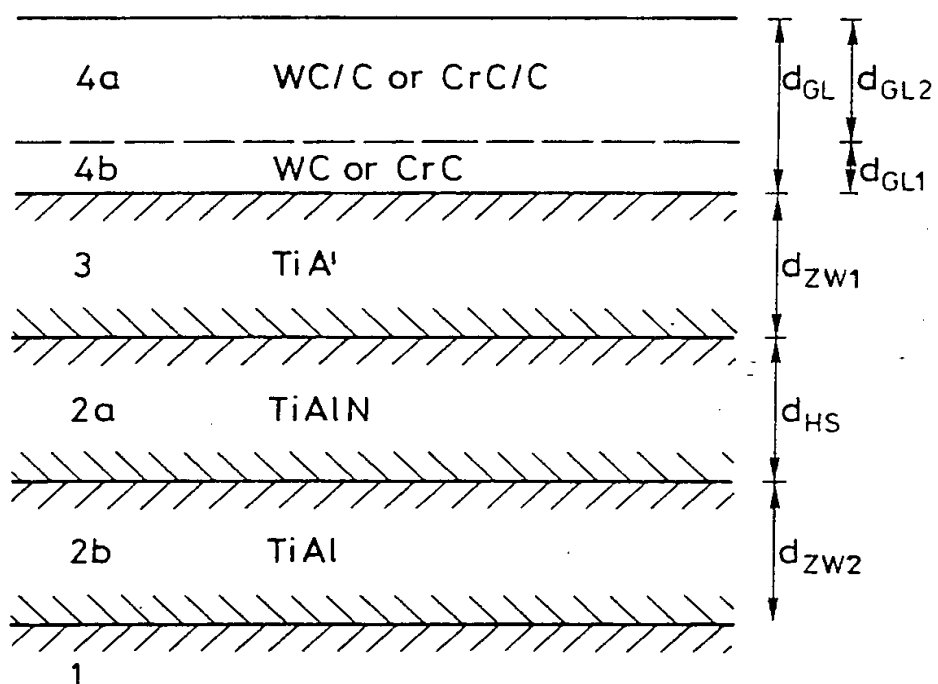
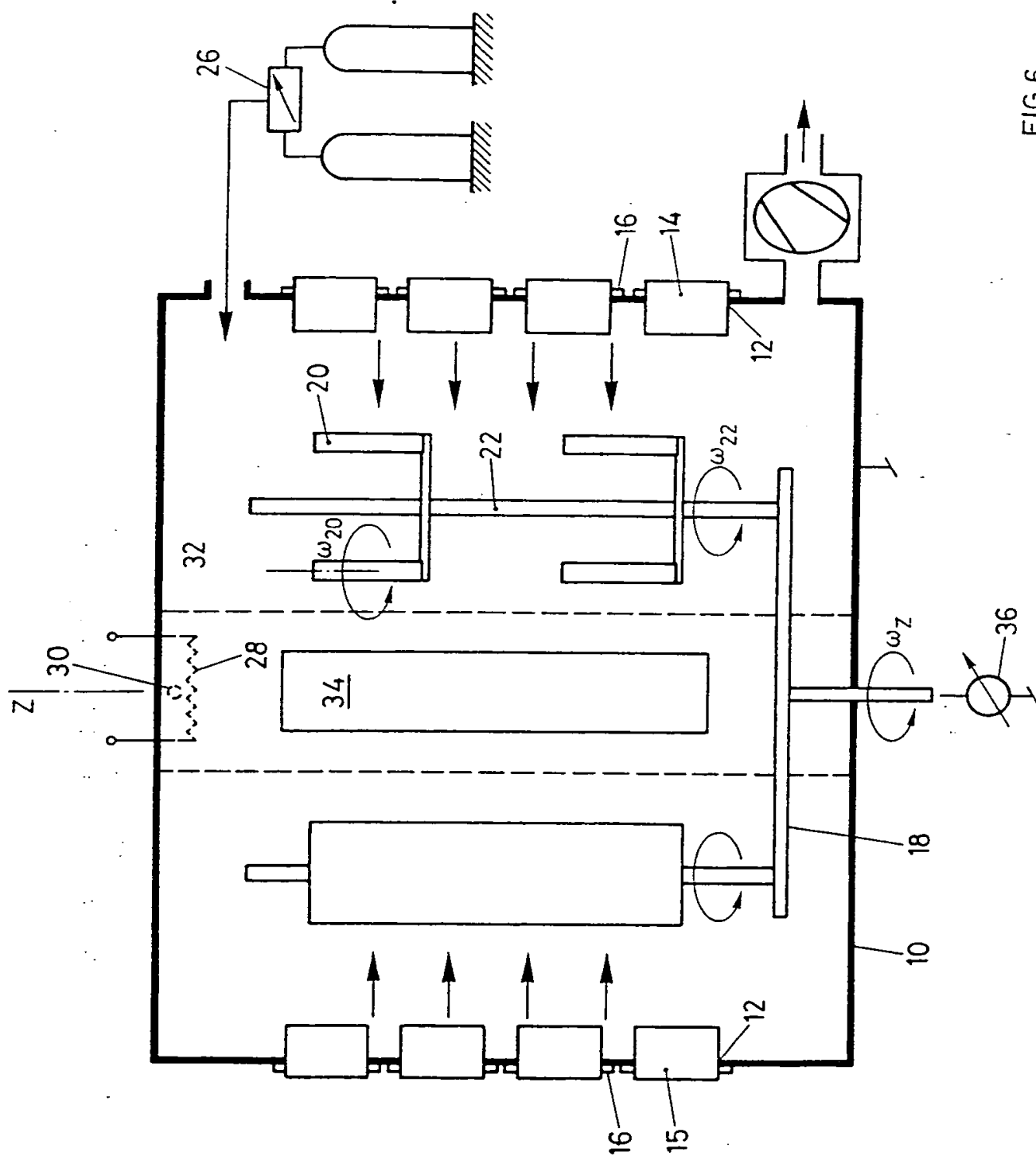


FIG.5



5/6

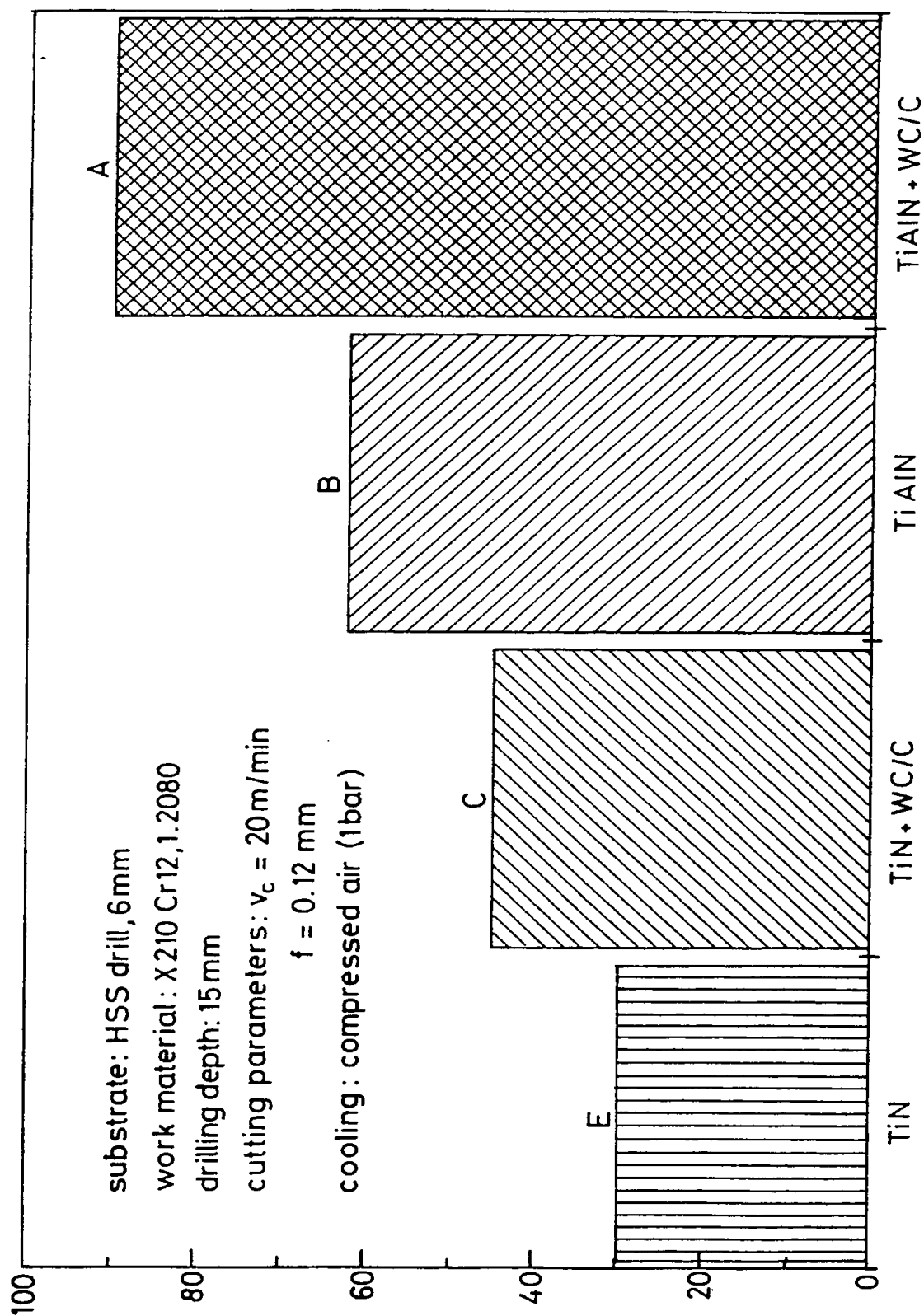


FIG. 7

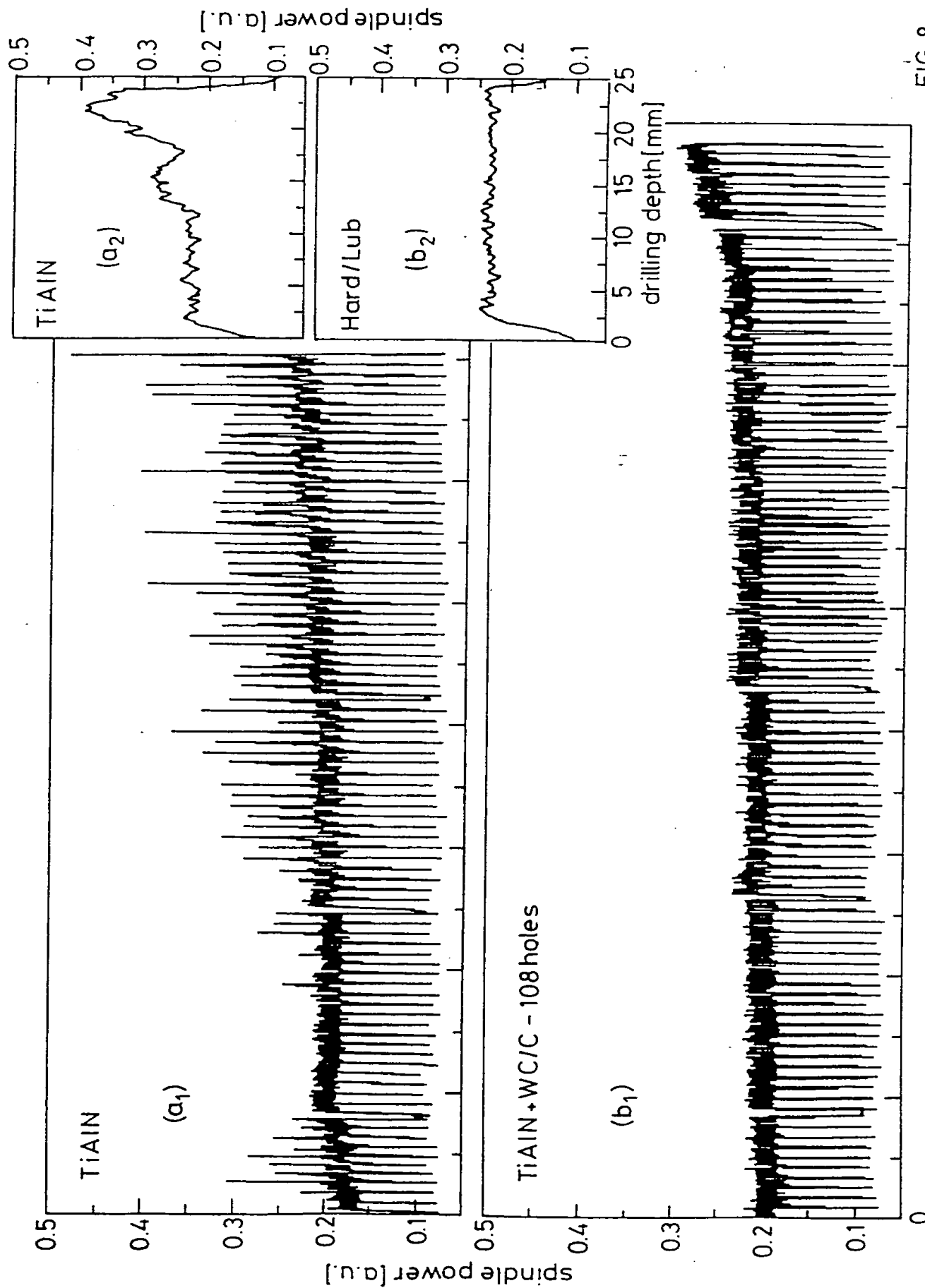


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 99/00172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 C23C14/06 C23C14/02 C23C28/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97 34315 A (BALZERS HOCHVAKUUM) 18 September 1997 (1997-09-18) cited in the application page 20, line 29 - page 21, line 16 ---	26
A	EP 0 394 661 A (BALZERS HOCHVAKUUM) 31 October 1990 (1990-10-31) column 5, line 46 - column 8, line 8 ---	1-25
A	US 5 707 748 A (BERGMANN ERICH) 13 January 1998 (1998-01-13) cited in the application examples 1,2 --- -/--	1-25



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 July 1999

Date of mailing of the international search report

03/08/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ekhult, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/CH 99/00172

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 197 35 962 A (CITIZEN WATCH CO LTD)</p> <p>19 March 1998 (1998-03-19)</p> <p>column 8, line 15 - line 30</p> <p>column 10, line 6 - column 11, line 40</p> <p>column 21, line 47 - line 61; figure 7</p> <p>-----</p>	1-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 99/00172

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9734315 A	18-09-1997	DE 29615190 U EP 0886880 A US 5709784 A	28-11-1996 30-12-1998 20-01-1998
EP 0394661 A	31-10-1990	JP 2285072 A US 4992153 A	22-11-1990 12-02-1991
US 5707748 A	13-01-1998	US 5830531 A DE 4421144 A FR 2708001 A JP 7164211 A	03-11-1998 26-01-1995 27-01-1995 27-06-1995
DE 19735962 A	19-03-1998	CN 1175489 A JP 10121248 A	11-03-1998 12-05-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00172

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 C23C14/06 C23C14/02 C23C28/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 97 34315 A (BALZERS HOCHVAKUUM) 18. September 1997 (1997-09-18) in der Anmeldung erwähnt Seite 20, Zeile 29 - Seite 21, Zeile 16 ---	26
A	EP 0 394 661 A (BALZERS HOCHVAKUUM) 31. Oktober 1990 (1990-10-31) Spalte 5, Zeile 46 - Spalte 8, Zeile 8 ---	1-25
A	US 5 707 748 A (BERGMANN ERICH) 13. Januar 1998 (1998-01-13) in der Anmeldung erwähnt Beispiele 1,2 --- -/-	1-25

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Juli 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/08/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ekhult, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00172

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 197 35 962 A (CITIZEN WATCH CO LTD)</p> <p>19. März 1998 (1998-03-19)</p> <p>Spalte 8, Zeile 15 - Zeile 30</p> <p>Spalte 10, Zeile 6 - Spalte 11, Zeile 40</p> <p>Spalte 21, Zeile 47 - Zeile 61; Abbildung</p> <p>7</p> <p>-----</p>	1-25

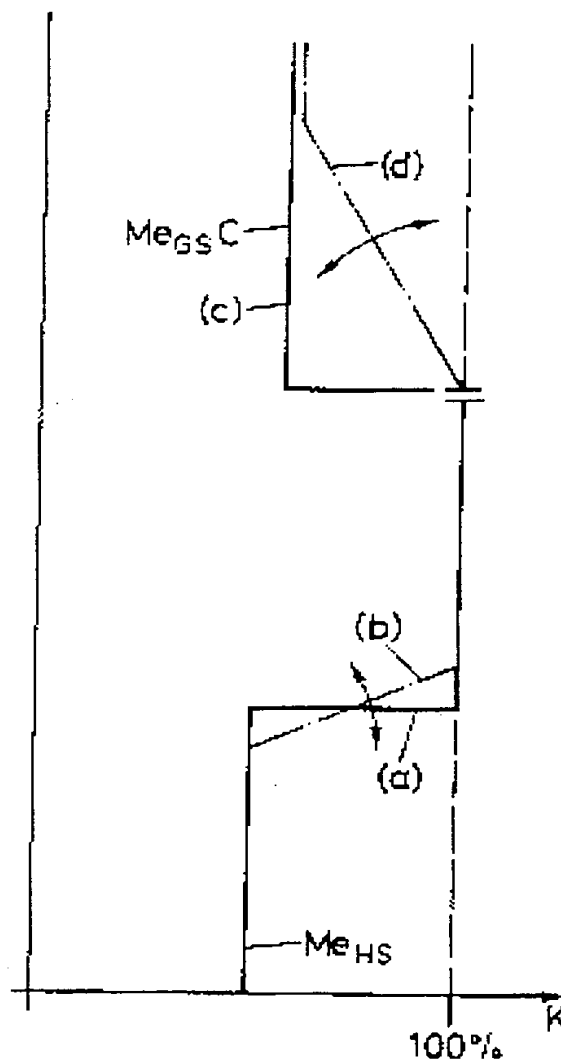
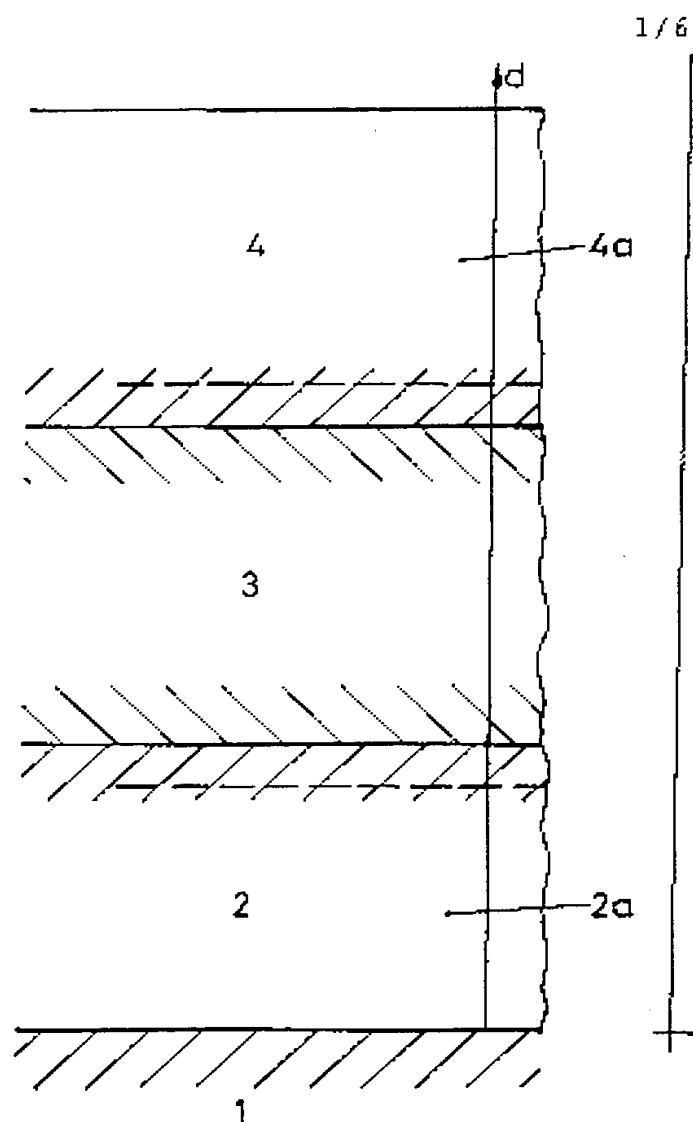
INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00172

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9734315 A	18-09-1997	DE 29615190 U	28-11-1996
		EP 0886880 A	30-12-1998
		US 5709784 A	20-01-1998
EP 0394661 A	31-10-1990	JP 2285072 A	22-11-1990
		US 4992153 A	12-02-1991
US 5707748 A	13-01-1998	US 5830531 A	03-11-1998
		DE 4421144 A	26-01-1995
		FR 2708001 A	27-01-1995
		JP 7164211 A	27-06-1995
DE 19735962 A	19-03-1998	CN 1175489 A	11-03-1998
		JP 10121248 A	12-05-1998



2/6

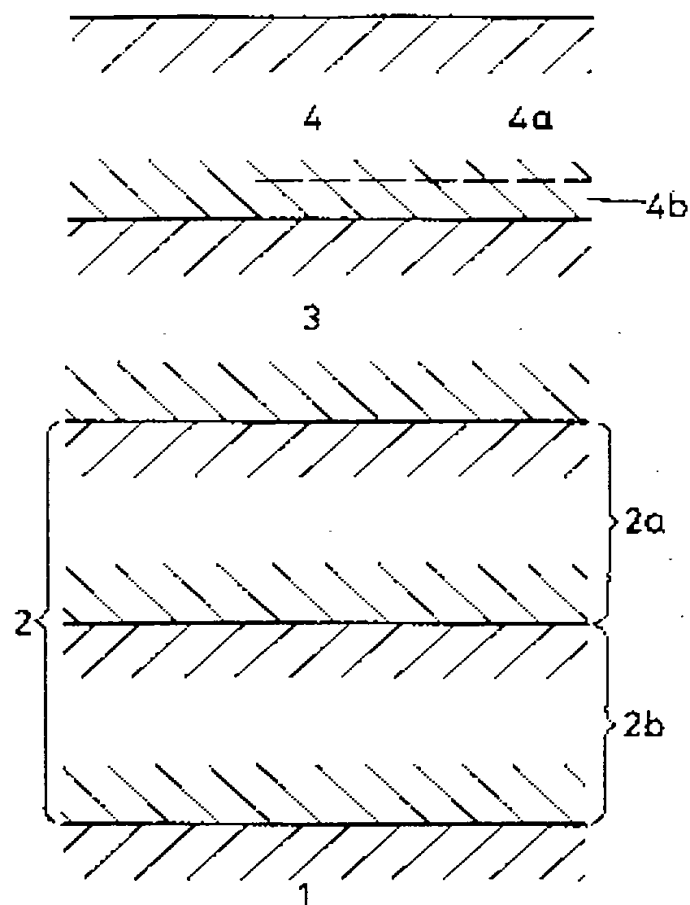


FIG. 3

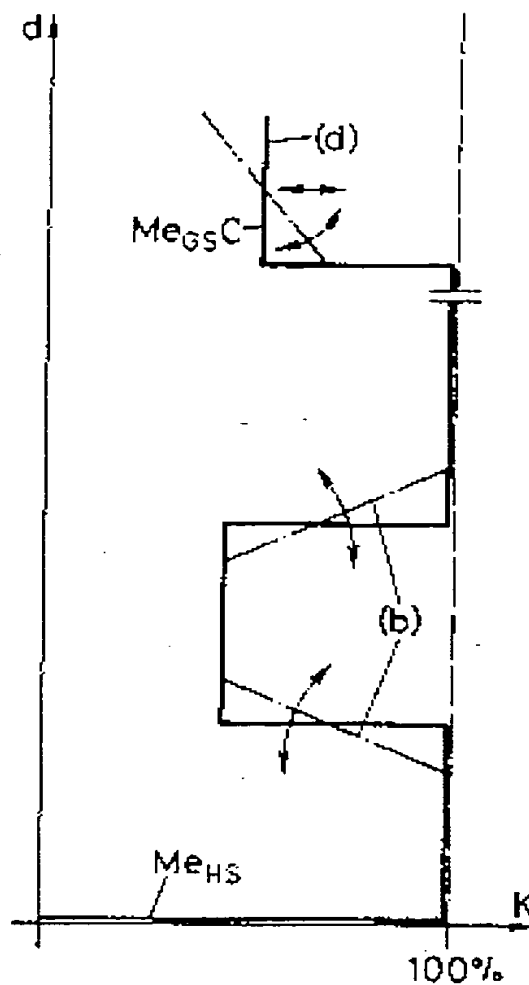


FIG. 4

3/6

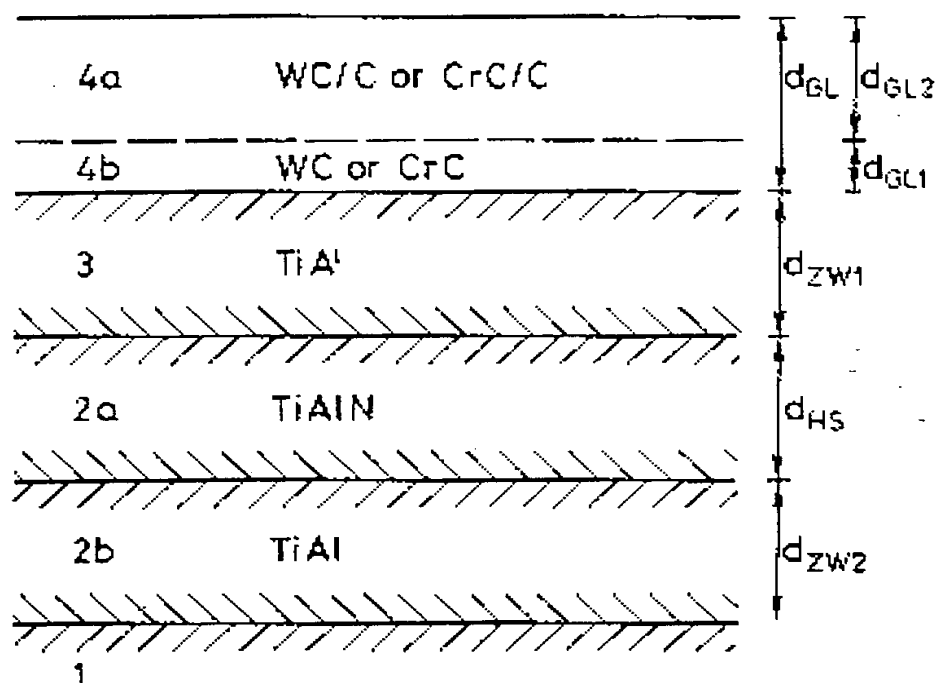


FIG.5

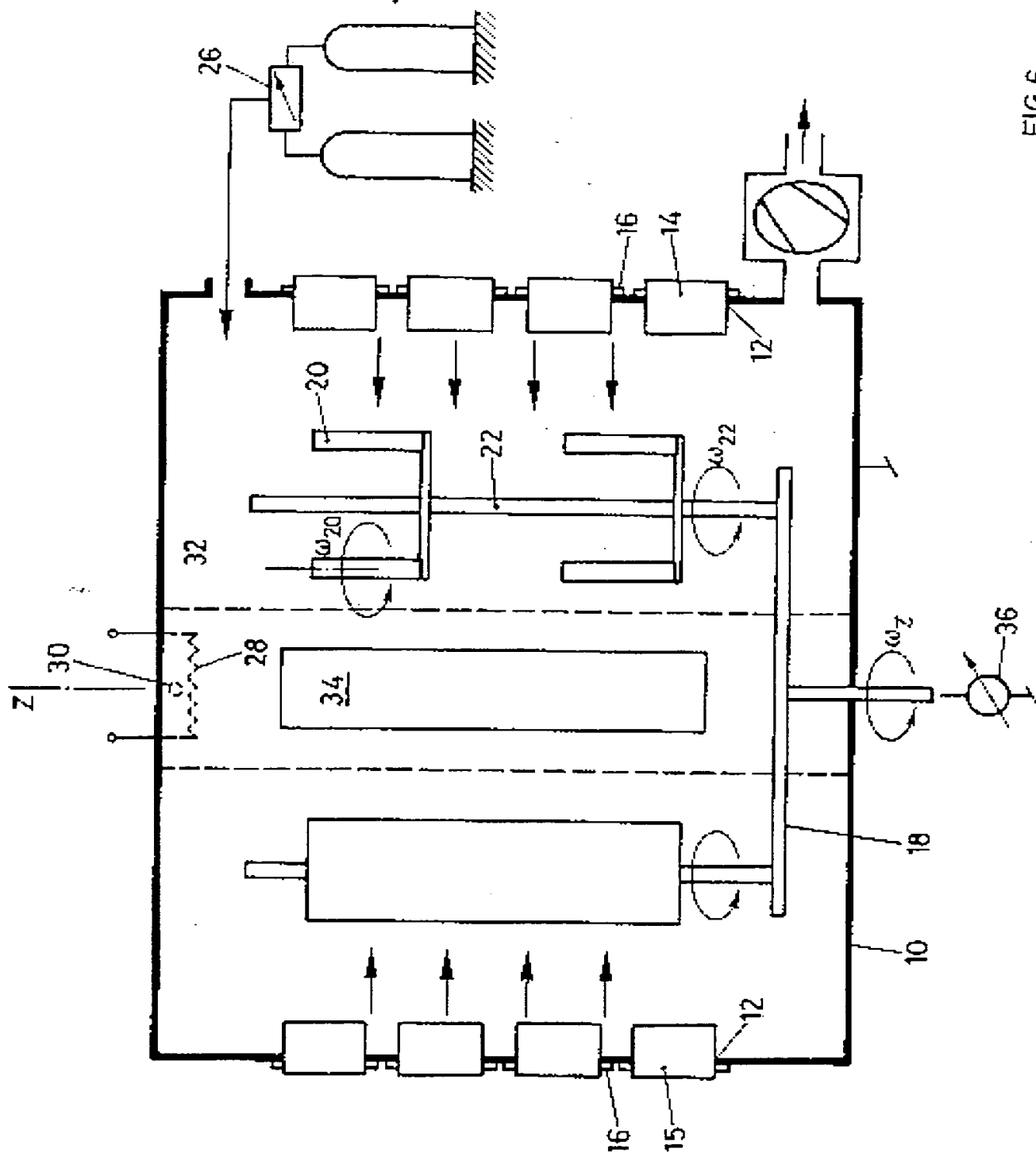


FIG. 6

5/5

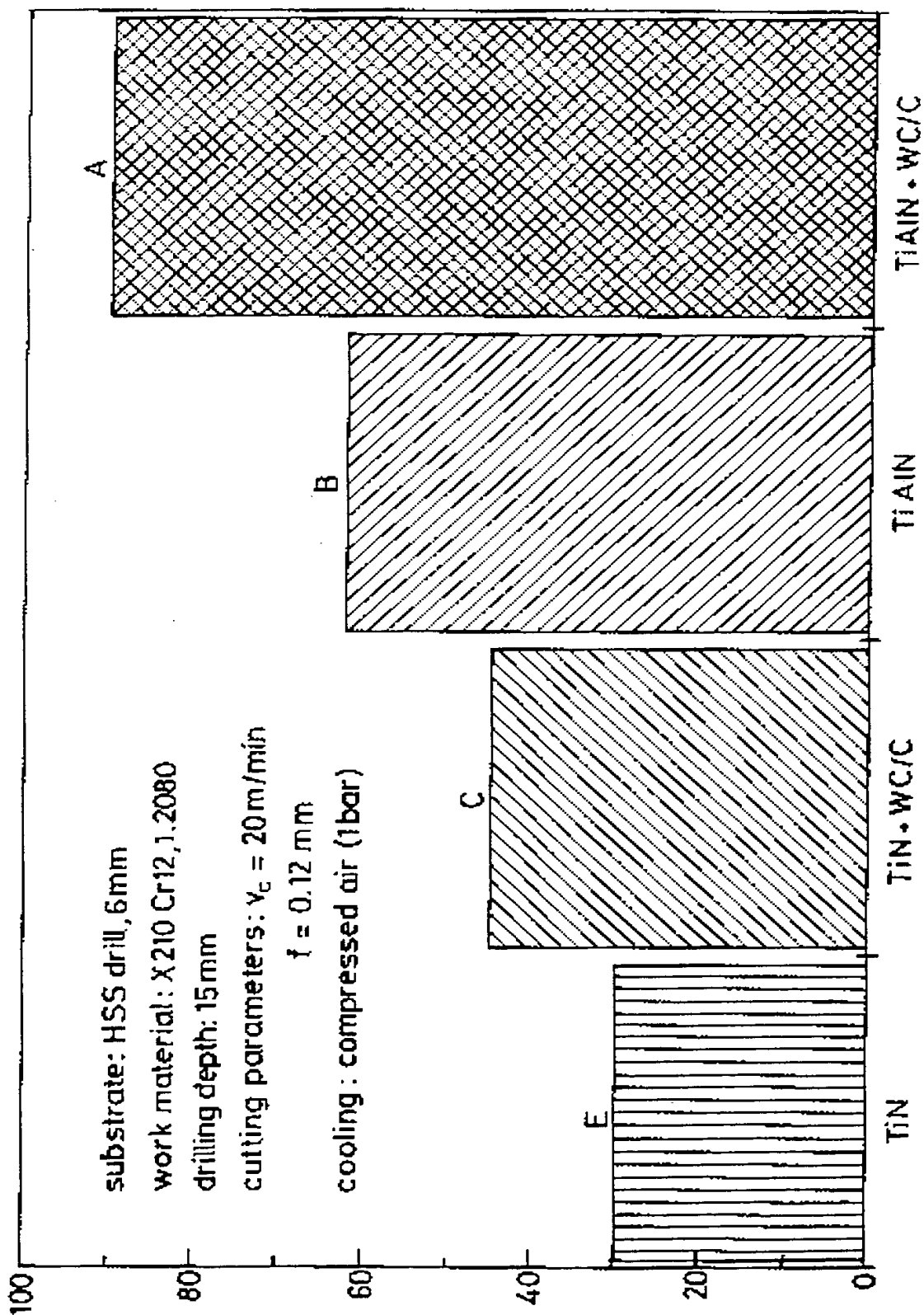


FIG.7

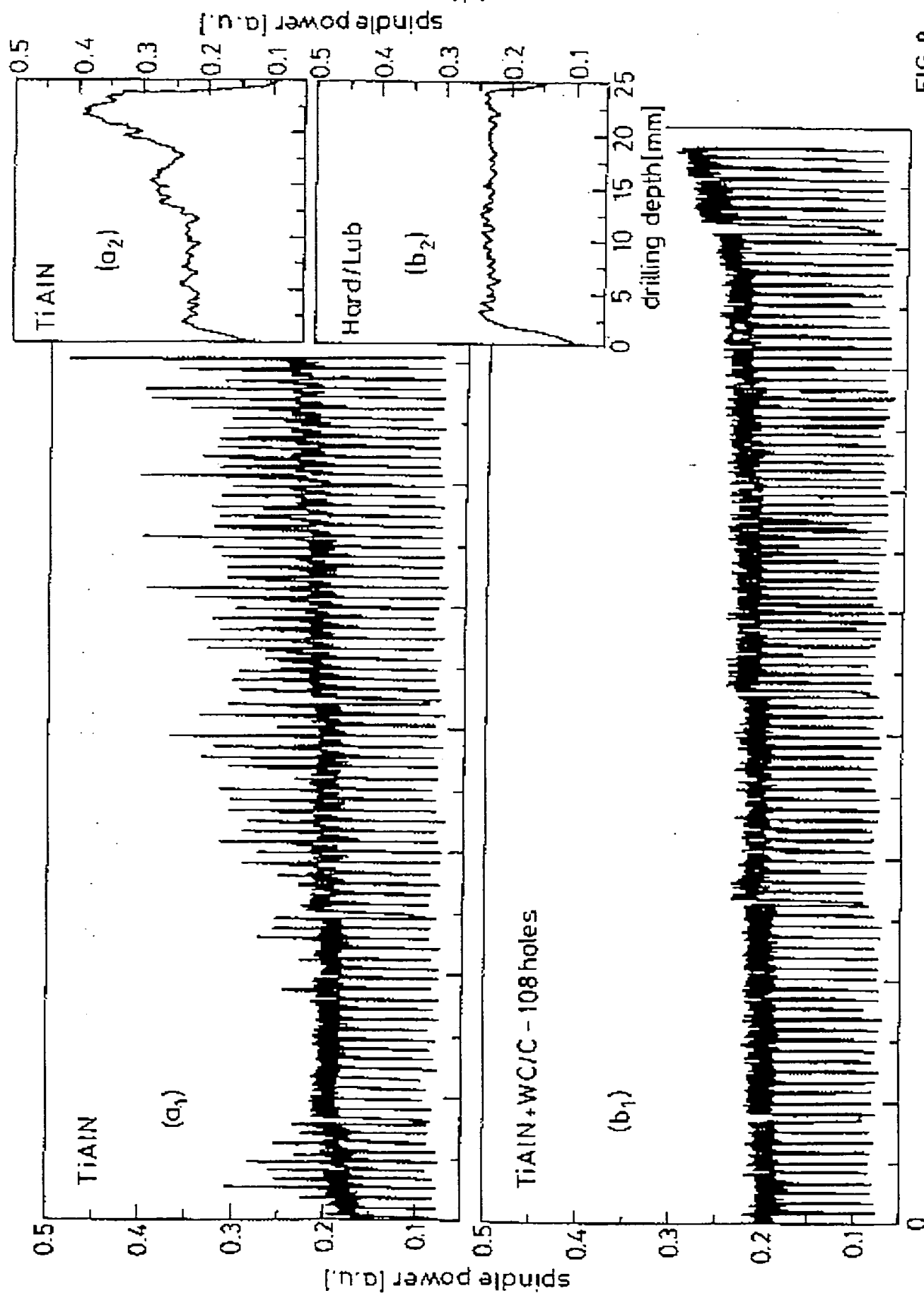


FIG. 8